

КОГНИТИВНЫЕ ШТУДИИ

Выпуск 2

**Когнитивная психология
и
искусственный интеллект**

**Минск 2002
НЕССИ**

УДК 159.99
ББК 88.4
К57

Редакционная коллегия

Голенков В.В. (БГУИР)
Лобанов А.П. (БГПУ им. М. Танка)
Лосик Г.В. (ИТК НАН Беларуси)
Радчикова Н.П. (БГПУ)
Репеко А.П. (БГУ)
Шатон Г.И. (ЖНИ "ЭНВИЛА")

К 57 **Когнитивные студии. Выпуск 2** "Когнитивная психология и искусственный интеллект": сборник статей. - Мн.: НЕССИ, 2002. - 156 с.

ISBN 985-6188-57-1

В настоящий сборник вошли научные работы, представленные на II междисциплинарном теоретическом семинаре по когнитивной науке, прошедшем в г. Минске в 2001 г. под эгидой БГПУ им. М. Танка, ИТК НАН Беларуси и ЖНИ "Энвила" и посвященном различным проблемам когнитивной психологии и искусственного интеллекта.

УДК159.99
ББК88.4

ISBN 985-6188-57-1

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ

6. Диагностика и коррекция психического развития личности ребенка / Под ред. Я.Л. Коломинского, С.И. Коптевой, А.П. Побанова. Мн., 1999.
7. Eysenck M.W., Kuane M.T. Cognitive Psychology: A Students Handbook, Hove East Sussex, UK, 1997.
8. Побанов А.П. Системная методология формирования научных понятий у подростков. Мн., 1997.
9. Побанов А.П., Коптева С.И. Когнитивная парадигма и когнитивная психология // Развитие психологии личности и педагогических проблем социальной психологии: Материалы респуб. н/п конф. Мн., 1998. С. 75 – 78.
10. Первин Л., Джон О. Психология личности: теория и исследования. М., 2000.
11. Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Основы теоретической психологии. М., 1998.
12. Ром Харре. Вторая когнитивная революция // Психологический журнал. № 2, 2000.
13. Солсо Р. Когнитивная психология. М., 1997.
14. Тайсон Р., Тайсон Ф. Психоаналитические теории развития. Екатеринбург, 1998.
15. Шеварев П.А. Теория обобщенных ассоциаций в психологии. Воронеж, 1998.
16. Янчук В.А. Методология, теория и метод в современной социальной психологии и персоналогии: Интегративно-эклектический подход. Мн., 2000.

БИОНИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА

Г.В. Лосик

Институт технической кибернетики НАН Беларуси

При разработке нейрокомпьютеров принято выделять три аспекта их создания: структуру нейрокомпьютера, его алгоритм обучения или самообучения и учебную выборку $X_{уч}$. Данная статья посвящена сугубо третьему аспекту создания нейрокомпьютеров. Этот аспект правомерно рассматривать отдельно от первого и второго. Третий аспект предполагает,

что присутствует "Учитель", который организует, дозирует подачу на вход нейрокомпьютера извне реализаций объектов или сцен "объект + фон".

В сегодняшних нейрокомпьютерах обычно режим самообучения оказывается невозможным, ибо в них нет манипуляционной части, способной воздействовать на окружающий компьютер мир, перемещать компьютер, способной организовывать самостоятельно, без учителя учебную выборку. Создание нейрокомпьютеров, имеющих не только сенсорную обучаемую часть, но и моторную - только начинается. Лишь в прессе и на выставках "ЭКСПО" были популярно представлены кибернетические роботы-пианисты и роботы-художники с натуры.

С учетом сказанного представляют интерес бионические проекты нейрокомпьютеров. Бионической моделью указанного типа является модель из детекторов и командных нейронов, предложенная Е. Н. Соколовым (МГУ) [6,7,8,9,10]. В ней моделируется самообучение, рассматривается внешняя среда, цель поведения нейрокомпьютера (рис. 1). Задачей данной работы было создание программной модели нейрокомпьютера (НК) для случая трех разных по Е. Н. Соколову стратегий обучения моторного НК в ответ на реакции сенсорного НК. В терминологии Е. Н. Соколова это, *во-первых*, стратегия обучающего угасания реакции моторного НК в ответ на определенные биотически неважные внешние сцены на входе сенсорного НК; *во-вторых*, стратегия обучающего нарастания реакции моторного НК в ответ на определенные биотически "интересные" внешние сцены на входе сенсорного НК; *в-третьих*, стратегия обучающего нарастания и закрепления реакции моторного НК в ответ на одновременное наличие определенной внешней сцены и наличие мотивационного подкрепления в знак того, что сцена повлекла за собой биотическую полезность (еду, приятность, удовольствие) или биотическую опасность (угрозу разрушения, наказания, дискомфорта).

Многочисленные работы по созданию НК небионического типа [5,4,1] ограничиваются моделированием только сенсорных процессов. Обычно при этом ставится задача обучить НК распознаванию предметов, отличию их друг

от друга. Учитель, а не внешняя среда, учит НК реакциям - путем подачи на его вход учебной выборки $X_{уч}$ каждого из предметов и приказа о том, какой реакцией $Y_{уч}$ должен научиться отвечать последний слой нейрокомпьютера. Стратегией обучения весов всех слоев НК выступает известный метод обратного распространения ошибки [1].

Однако в соответствии с моделью Е. Н. Соколова тот или иной НК, уже обученный распознавать сенсорные явления, можно дополнить моторным НК, уже обученным совершать во внешней среде моторные (т.е. механические) движения. В бионическом НК Е. Н. Соколова моторные движения синтезируются слоями командных нейронов, мотонейронов и двигательных элементов. Далее, сенсорный и моторный НК можно поместить в конкретную физическую внешнюю среду, явления и состояния которой первый - может распознавать, второй - изменять воздействиями (рис.1). Концептуальная рефлекторная дуга по Е. Н. Соколову является вариантом такой схемы.

В чем же состоит смысл самообучения НК в таком случае, если и сенсорный НК, и моторный НК уже ранее обучены? Он состоит в обучении еще одного - переходного слоя весов - соединяющих выходы сенсорного НК со входами моторного НК. Именно здесь развивается ответственный процесс формирования приспособительных в будущем "навыков", стратегий нейрокомпьютера существовать в окружающей среде (остаться не разрушенным, "накормленным", выполнять ту или иную полезную его конструктору работу). - Конкретизируя такие стратегии, Е. Н. Соколов называет среди них три.

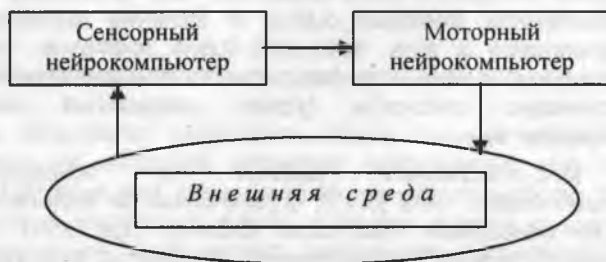


Рис. 1. Концептуальная рефлекторная дуга

Первая стратегия, имеющая место у высших животных и наделенная своим смыслом, - стратегия угасания реакции моторного НК в ответ на определенные биотически неважные внешние сцены на входе сенсорного НК. Аналогом этой стратегии у животных является угасание ориентировочного рефлекса, т.е. рефлекса на новизну.

Уточним, что согласно Е. Н. Соколову у сенсорного НК формируется модель частого стимула, а стимул отличается определенными характеристиками. Именно его "измеряет" селективно сенсорный НК, отвечая реакцией. Согласно же нашей концепции у сенсорного НК формируется модель частого "предмета" или сцены. Предмет - это уже комплекс стимулов, и он отличается не только определенными метрологическими, но и биотическими характеристиками - субъективно полезными или вредными для воспринимающего живого существа. Поэтому в первом случае у сенсорного НК возможна лишь метрологическая точность в создании модели стимула.

Вторая стратегия по Е. Н. Соколову является обратной, т.е. стратегией нарастания реакции моторного НК в ответ на определенные "интересные" для организма объекты и явления на входе сенсорного НК. Эта стратегия отличается от далее рассмотренной третьей тем, что не требует наличия у командных нейронов моторного НК модулирующего входного сигнала, обходится без подкрепляющего нейрон центрального сигнала. Вторую стратегию условно можно соотнести с рефлексом высших животных произвольно обучаться *подражанию*. Животные одного вида, перцептируя поведение друг друга, как известно, усваивают и передают свой опыт один другому. Это предметы восприятия особого свойства. На их перцепцию у особи одного и того же вида имеется не только сенсорный НК, но дополнительно имеется и "синтезатор" воспринимаемого явления. Поэтому после формирования сенсорного образа предмета особь, если ей интересно и полезно, в состоянии обучаться подражать и формировать моторный образ того же предмета. Иной, например, плачевный опыт поведения воспринимаемой особи-учителя особь-ученик

может не усваивать моторно как неперспективный, а лишь усвоить его распознавание сенсорно.

Поведение высших животных условно можно разделить на поведение некоммуникативного и поведение коммуникативного смысла. Особенно наглядно вторая стратегия обучения проявляется себя у ребенка при овладении устной речью.

Третьей, биотически наиболее важной стратегией является стратегия нарастания и закрепления реакции моторного НК в ответ на наличие определенной внешней сцены и одновременного мотивационного подкрепления. Оно подается из центральных отделов мозга в знак того, что входная сцена повлекла за собой то ли полезность, то ли опасность для организма. Другими словами, перцептируемый предмет становится не только объектом восприятия, но одновременно еще, например, и пищей, одеждой, орудием труда, транспортным или коммуникационным средством. Или становится угрозой жизни, причиной боли, дискомфорта.

Опишем еще одну, отличную от выше описанных, *четвертую* возможную стратегию обучения. В наших предыдущих работах [2,3] мы означили необходимость однокоординатного перцептивного воздействия для изучения формы воспринимаемого предмета. Таким образом, сенсорика иногда управляет моторикой, чтобы вторая, синхронизируемая первой, наносила возмущающие воздействия на воспринимаемый предмет - просто с целью его лучше узнать, узнать вектора его степеней свободы. Стратегия управления здесь такова, чтобы селективно возбуждать по очереди один какой-то командный нейрон первого слоя моторного НК, затем второй нейрон, третий и т.д., а не группу. Сенсорика должна знать "реакцию" предмета в ответ на то или иное элементарное на него воздействие. При этом у сенсорного НК формируются поправочные нейроны, которые закрепляют соответствие вектора моторного воздействия компьютера на объект вектору сдвига сенсорного образа объекта в сенсорном НК. Такая стратегия требует быстроты, однокоординатности моторного действия, последующей кратковременной блокады всей моторики, чтобы "не замутить" сенсорику.

На основании изложенного можно сделать вывод, что у высших животных обучение поведению, т.е. моторике, не ограничивается одной лишь стратегией "обратного распространения ошибки" [1]. Этих стратегий около четырех. Стратегия обратного распространения ошибки более всего напоминает третью стратегию обучения поведению: получать удовольствия и уклоняться от неудовольствия.

Первая стратегия обучения поведению у живых организмов, условно говоря, связана с обучением "не реагировать", т.е. адаптироваться к новой обстановке, в которой многое воспринимаемое организмом целесообразно перевести в разряд фона. В итоге, идет угасание моторных реакций в ответ на неинтересные сенсорные образы и сцены.

Вторая стратегия связана с целесообразностью для животного научиться подражать некоторым полезным явлениям, действиям (поведенческим и коммуникативным), видя их у других особей того же вида. Эта категория воспринимаемых "предметов" имеет иной биотический смысл, такой, что животное находит целесообразным обучиться копировать их, т.е. создает их физические модели. Здесь в ответ на эти интересные сенсорные образы идет возрастание однотипных моторных реакций.

Третья стратегия обучения сенсомоторному поведению касается выработки навыка получать удовольствия и уклоняться от неудовольствия. Эта категория воспринимаемых предметов наиболее актуальна и жизненно важна для животного. В ответ на появление их на входе организм реагирует больше, чем с интересом. Организм, реагируя эмоционально, методом проб и ошибок обучается отвечать на них такой "разумной" моторной реакцией, которая возводится затем в ранг обязательной.

Существует *четвертая стратегия* обучения моторики, которая обслуживает перцептивную функцию, реализуемую сенсорикой. Чтобы более глубоко узнать предмет, не только его форму, но и степени его свободы - сенсорика по этой стратегии обучает моторику наносить перцептивные воздействия на воспринимаемый предмет. Здесь от сенсорики закрепляются те синаптические связи к моторике, которые

обеспечивают быстрые, строго однокоординатные моторные воздействия животного на предмет.

Можно также выделить (по Е. Н. Соколову) в виде отдельной стратегии *пятую* стратегию зрительной системы - "следить за целью". Это весьма важная функция моторики глазного яблока, мышц шеи и туловища - уметь следить и "держаться" изображение нужного перцептивного предмета на сетчатке в зоне наилучшего его различения. Этому навыку аналогичен навык руки обеспечивать наилучшее тактильное прикосновение к предмету кожи ладони и пальцев, а также аналогичен навык зрительной системы человека следить за передвижением в пространстве кистей собственных рук. Здесь сенсомоторная система обучается выполнять функцию трехкоординатного регулятора положения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головкин В. А. Нейроинтеллект: Теория и применение. Книга 1. Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями. Брест. 1999.
2. Лосик Г.В. Новый вид перцептивных действий // Психологія. - Мінск, 1998. - № 9. - С. 84 - 94.
3. Лосик Г.В. Перцептивные действия в восприятии речи. - Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. - 168 с.
4. Минский М., Пейперт С. Перцептроны. - М.: Мир, 1971. - 262 с.
5. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. - М.: Мир, 1965. - 480 с.
6. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. - М.: Наука, 1981. - 140 с.
7. Соколов Е.Н. Психофизиология принятия решений // Нормативные и дискриптивные модели принятия решений. - М.: Наука, 1981. - С. 75-83.
8. Соколов Е.Н., Вайткявичюс Г.Г. Нейроинтеллект от нейрона к компьютеру. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 237 с.
9. Соколов Е.Н., Шмелев Л.А. Нейробионика. - М.: Наука, 1983. - 279 с.